



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

**Proyecto de Innovación
Convocatoria 2019-2020
Nº de proyecto 193**

**Aplicación del método “Expert Thinking” en la
enseñanza científica sobre el cambio climático:
una experiencia pedagógica desde la Geografía
universitaria**

Responsable del Proyecto

Dr. D. José Antonio Sotelo Navalpotro

Facultad de Geografía e Historia

Departamento de Geografía

Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA/UCM)

Editado en Madrid, 2020

Imprime y edita: Editorial Universidad Complutense de Madrid

© Universidad Complutense de Madrid www.ucm.es

El presente estudio ha sido realizado en el marco del Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente 193/2019, convocado por el Vicerrectorado de Evaluación de la Calidad de la Universidad Complutense de Madrid.

“Quedan rigurosamente prohibidos sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos”.

A. RECURSOS HUMANOS

Profesor Dr. D. JOSÉ ANTONIO SOTELO NAVALPOTRO (Coordinador IP). Catedrático de Universidad de Análisis Geográfico Regional, Director del Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA/UCM). Doctor en Geografía, y, Doctor en Ciencias Ambientales (Políticas) jasotelo@ucm.es

Dr. D. FERNANDO GARCÍA QUIROGA. Profesor Contratado Doctor Interino. Departamento de Geografía. Facultad de Geografía e Historia. Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA/UCM). Dr. En Geografía. fegarcia@ucm.es

Dr. D. IGNACIO SOTELO PÉREZ. Investigador en Formación Becario F.P.U. (Formación del Profesorado Universitario) del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Instituto Universitario de Ciencias Ambientales; Departamento de Geografía. Doctor en Derecho por la UCM. Doctorando en Geografía UCM. Licenciado en Derecho por la Universidad Complutense de Madrid. Magíster en "Derecho Ambiental"; Máster en "Medio Ambiente: Dimensiones Humanas y Socioeconómicas". Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA/UCM). ignaciosoteloperez@ucm.es

D. GERMÁN SANSÓN PLAZA DIAGO. Personal de Administración y Servicios. Administrativo del Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA/UCM). gplaza@ucm.es

Dr^a. D^a. MARÍA SOTELO PÉREZ. Profesora Ayudante Doctor. Universidad Rey Juan Carlos. Instituto Universitario de Ciencias Ambientales. Dr. Geografía por la UCM (Premio Extraordinario de Doctorado) y Dr. Economía por la UCM (Premio Extraordinario de Doctorado). Licenciada en Ciencias Económicas; Licenciada en Geografía; Máster en "Medio Ambiente: Dimensiones Humanas y Socioeconómicas"; y, Máster en "Dinámicas Territoriales y Desarrollo". maria.sotelo.perez@ucm.es

ÍNDICE

A. Recursos humanos.....	2
1. Objetivos propuestos.....	4
2. Objetivos alcanzados.....	7
3. Metodología empleada en el Proyecto.....	8
4. Desarrollo de las actividades.....	10
5. Anexo bibliográfico del Proyecto.....	18
6. Encuesta.....	21

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

Según los últimos informes realizados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (más popular por su acrónimo en inglés, IPCC) “el calentamiento global inducido por el hombre ha alcanzado en 2017 aproximadamente 1°C sobre el nivel preindustrial”. Al mismo tiempo han confirmado que el calentamiento está actualmente aumentando a un ritmo de 0,2°C por década, debido a las emisiones pasadas y presentes de gases de efecto invernadero (IPCC, 2018). Conjuntamente, el sexto informe *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial*, realizado desde el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y publicado en 2019, manifestó que “desde hace muchos decenios se ha reconocido que las dinámicas o tendencias de las poblaciones humanas y el desarrollo económico son los principales impulsores del cambio ambiental [...] esos factores, están estrechamente interrelacionados, son complejos y se reparten por todo el mundo, aunque de forma desigual. Constituyendo megatendencias, que se desarrollan a una rapidez tal que hace que las respuestas de las estructuras de gobernanza establecidas en todos los niveles –urbano y rural, local, nacional, regional, mundial y supranacional– no hayan bastado hasta ahora para mantener el ritmo” (UN Environment, 2019).

El premio Nobel de Economía 2018, el profesor William Nordhaus, precisamente por haber integrado el cambio climático en el análisis macroeconómico a largo plazo, afirma basándose en numerosa literatura científica, que el ritmo al que se está produciendo el cambio climático durante el presente siglo, será hasta diez veces más rápido que cualquier otro cambio experimentado por la humanidad en los últimos cinco milenios. Indudablemente esto originará variaciones en los sistemas naturales y en las sociedades humanas. Además, si se pretende reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico, esto tendrá un precio: exigiendo un sacrificio de bienes y servicios que consumimos actualmente, para poder reducir los daños climáticos a largo plazo. Las políticas más juiciosas precisan

un equilibrio entre los costes que arrastran y los beneficios que brindan. Como es sensato, nadie medianamente equilibrado podría defender prohibir los combustibles fósiles a corto plazo, ya que esto supondría una política extraordinariamente costosa "destruiría la economía"; aunque si no se hace absolutamente nada se llegaría a un escenario excepcionalmente peligroso "destruir el planeta", al menos como lo hemos conocido durante el periodo climático donde se ha desarrollado la civilización humana (Nordhaus, 2013).

En este contexto, el cambio climático es un problema científico y social complejo. Tratarlo eficazmente supone todo un desafío, pero educar a los estudiantes universitarios al respecto ofrece enormes oportunidades para promover la interdisciplinariedad (McCright et al., 2013), por ello los entornos educativos que sitúan la ciencia del cambio climático en su contexto social pueden apoyar la comprensión conceptual, cambiar las actitudes y aumentar la participación de diversas comunidades en respuesta al mismo (Walsh y Tsurusaki, 2014). La mejora de la educación tiene un beneficio evidente para la resolución de problemas del tipo social y ambiental, incluido el cambio ambiental global (O'Neill et al., 2020), por esto la alfabetización climática, así como la comprensión pública de las dimensiones locales del mismo, son vitales para obtener la participación pública y el apoyo en el fomento de acciones de mitigación (Lee et al., 2015). Quizás por todo lo anterior, durante los últimas dos décadas se ha potenciado la investigación didáctica dentro de la geografía sobre el tema del cambio climático, enfatizando especialmente cómo el uso de datos geoespaciales puede mejorar el aprendizaje de los estudiantes (Patterson, 2007; Doering y Veletsianos, 2008; Sotelo et al., 2019; Bush et al., 2019).

Nuestro proyecto ha pretendido poner en práctica el método pedagógico conocido como "Expert Thinking", desarrollado ampliamente en los últimos años por el Premio Nobel de Físicas Carl Wieman, profesor de Física y Educación en la Universidad de Stanford, y especialmente de las ideas plasmadas en su libro "Improving How Universities Teach Science", que recoge la experiencia docente desarrollada por este ilustre científico y educador (Wieman 2017). Este método, parte de la base de que el trabajo especializado

con el que los científicos desarrollan su actividad profesional precisa de una experiencia intensa, que incluye la resolución de tareas desafiantes, así como la realimentación y reflexión de su propio rendimiento, asimismo de los compañeros con los que trabajan y del resto de la comunidad científica. Cuando este tipo de prácticas, se implementan en el aula, se consigue una sustancial mejora del aprendizaje, en comparación con una enseñanza tradicional que no incluya este tipo de desafíos intelectuales para los alumnos.

Por ello, se proyectó desarrollar tareas complejas, que hiciesen enfrentar a nuestros estudiantes a los principales desafíos físicos y socioeconómicos, que plantea el cambio climático, incluyendo la resolución de tareas complejas, que demanden una alta concentración y esfuerzo, pero que incluso así sean realizables. El principal objetivo del proyecto era el de enfatizar la visión competencial de la educación, movilizandolos saberes diversos de carácter estrictamente científico, y sus manifestaciones geográficas en la resolución de problemas relacionados con el cambio climático.

2. Objetivos alcanzados

Se puede afirmar que el principal objetivo del proyecto se ha cumplido, ya que los alumnos que han participado, en su mayoría han podido utilizar los conocimientos científicos sobre el cambio climático adquiridos durante el curso, desde una perspectiva geográfica en la resolución de un problema complejo relacionado con su disciplina; para la consecución de este objetivo, se precisaron alcanzar diferentes objetivos parciales que también se lograron, entre los que se enumeran:

- ✚ Determinación de los procesos esenciales subyacentes en el aprendizaje de conceptos fundamentales para entender el cambio climático, tales como: adaptación, mitigación, antropogénico, CO₂ equivalente, extremo climático, forzamiento radiativo, overshooting, resiliencia, riesgo, sumidero de carbono, Irreversibilidad, y vulnerabilidad.
- ✚ Aplicación de proyectos hipotéticos a partir de problemas reales relacionados con el cambio climático, tanto en los disímiles niveles socioeconómicos, como en las diferentes escalas geográficas que se manifiesta.
- ✚ Monitorización de la destreza en la resolución cooperativa de dificultades, transversal y transferible entre los distintos dominios del conocimiento científico con base geográfica sobre el cambio climático.
- ✚ Comprensión del papel de la red social generada entre los alumnos durante el planteamiento y resolución de las propuestas generadas en el aula.
- ✚ Fomento de la capacidad de argumentación de los estudiantes sobre las fluctuaciones climáticas de origen antropogénico, cimentadas en el conocimiento científico más reciente.
- ✚ Evaluación de la confusión generada desde los movimientos anticientíficos negacionistas del cambio climático, así como sus posibles motivaciones subyacentes.
- ✚ Análisis del tipo de conocimiento sobre la adaptación y mitigación al cambio climático que se podría aplicar a la generación de productos o servicios con valor económico.

3. Metodología empleada en el Proyecto

El proyecto ha demostrado una práctica rigurosamente científica, con un plan de trabajo que tenía en su base, el hecho de partir desde el método de investigación hipotético-deductivo. Esto ha supuesto que desde una hipótesis principal, se ha tratado de aclarar la validez de la misma mediante su verificación o refutación. Indudablemente todo ello desde el examen de datos objetivos tanto de índole cuantitativa como cualitativa.

La hipótesis de partida desde la que ha arrancado este proyecto se enunció como sigue: **la resolución de problemas reales relacionados con las consecuencias del cambio climático desde un enfoque científico, por parte de nuestros estudiantes, supondrá un aprendizaje más profundo y motivador debido a que la causa y la estrategia de estudio se aplica de inmediato.**

De ella se derivaron otras dos hipótesis: i) el método pedagógico “Expert Thinking”, puede mejorar la capacidad crítica de nuestros discentes, al fomentar el desarrollo de la inteligencia ejecutiva (consciente), debido a que nuestros alumnos precisan comparar información consciente con un criterio de evaluación, para llegar a conclusiones reflexivas sobre los problemas planteados., ii) las cuestiones ambientales se abordan mejor junto con cuestiones económicas y sociales conexas.

La metodología de nuestro proyecto gravitó en familiarizar a los estudiantes con el pensamiento científico en primera persona. Pero ¿qué significó esto?, nosotros siguiendo numerosos estudios consultados de psicólogos cognitivos, sintetizamos en tres puntos:

1. Amplitud de conocimientos especializados. Es algo evidente que un científico debe poseer muchos datos y técnicas sobre su campo científico y

afines, que le permita emplearlos en el planteamiento de la resolución de tareas específicas.

2. Poseer un marco mental organizacional específico. Los científicos suelen y deben poder agrupar la información en base a ciertos patrones y relaciones complejas, para poder articular grandes cantidades de información dentro de una misma categoría, ello ayuda a elegir la información relevante en cada momento.

3. Destreza a la hora de monitorear el pensamiento y aprendizaje propio, mientras trabaja en un problema específico.

En síntesis, la pericia requiere de práctica deliberada en la resolución de problemas para adquirir estas cualidades, que todo científico profesional debe poseer y con las que hemos querido dotar a nuestros alumnos, en el contexto temático del cambio climático con base geográfica.

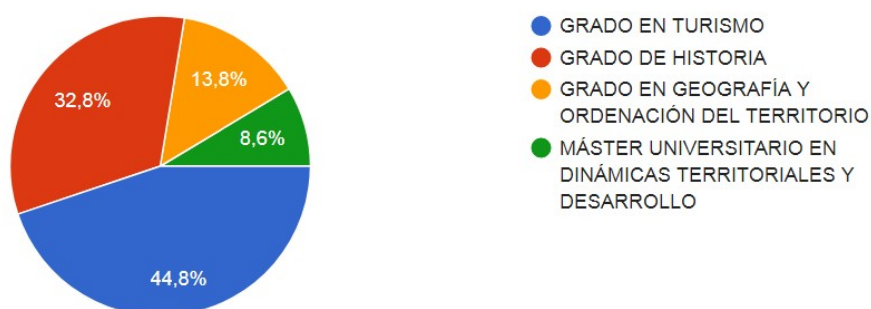
Nuestro proyecto ha pretendido implementar en el aula la práctica de pensar como un experto, con realimentación específica para mejorar el aprendizaje, y con ello poder verificar o refutar tanto la hipótesis principal como las subordinadas desde las que arrancó el mismo. En primer lugar, era necesario conocer lo que realmente sabían y pensaban nuestros estudiantes de Grado y Postgrado sobre el cambio climático, y poder contrastarlo con las certezas científicas que hoy existen sobre el tema. Posteriormente y teniendo en cuenta el resultado de las encuestas, se ha diseñado e implementado una tarea que se ajustase a los objetivos del proyecto, así como el número de alumnos necesarios para que la misma tuviese cierta relevancia, por ello se seleccionaron dos grupos: uno del Grado de Historia y otro del Grado de Turismo. Dichas tareas se plantearon para que tuviesen un interés relevante para ellos, ya que se proyectaron desde la perspectiva profesional de las disciplinas donde cursan sus estudios, en este caso la geografía regional, la historia y el turismo.

4. Desarrollo de las actividades.

Como se ha mencionado en el punto anterior, el proyecto se ha realizado en diversas asignaturas de Grado y Postgrado. La encuesta preparatoria, cuya finalidad era determinar el nivel de conocimiento basal sobre el cambio climático, se confeccionó mediante Google Drive. Esto último, facilitó enormemente que los estudiantes pudiesen responder de manera voluntaria y anónima, proporcionando el enlace para la realización de las mismas en el campus virtual de cada una de las diferentes asignaturas.

La encuesta fue completada por un total de 58 alumnos, repartidos en cuatro grupos de Grado y Postgrado; aunque de manera absoluta fue realizada mayoritariamente por estudiantes del Grado de Turismo, junto a los del Grado de Historia; este hecho se debe a que constituían grupos más numerosos al tratarse de asignaturas de carácter obligatorio. Sin embargo de manera relativa, los porcentajes de alumnos que contestaron a las encuestas respecto del total en cada uno de los grupos, fue bastante aproximado, y en los cuatro casos superaba el 40% del total de estudiantes matriculados.

Gráfico 1. Porcentaje de alumnos por titulación

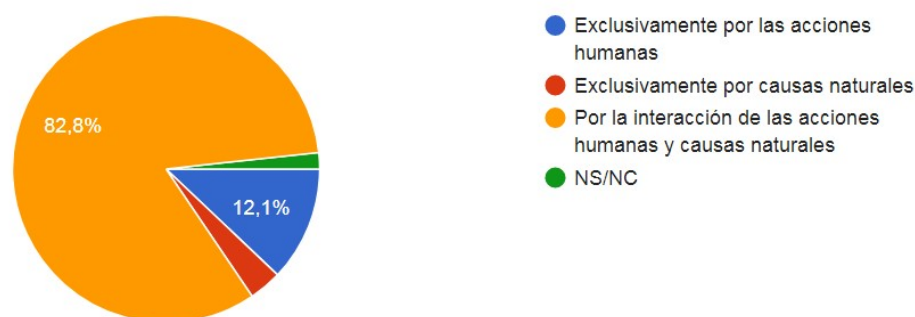


Fuente: Elaboración propia.

La primera pregunta del cuestionario era: ¿considera un hecho real que se esté produciendo un cambio climático a escala planetaria? Curiosamente el 100% de los alumnos respondieron afirmativamente. Esto sorprende por la unanimidad, aunque en España el porcentaje de personas que consideran el

cambio climático un hecho real es bastante alto, concretamente el 83,4%, y entre quienes así lo creen, el 94,4% considera que dicho fenómeno es consecuencia de las actividades humanas. Estos datos proceden del barómetro del Centro de Investigaciones Sociológicas del mes de noviembre de 2018 (CIS, 2018). La siguiente pregunta consultó sobre el supuesto origen del cambio climático, aquí el 82,2% de los estudiantes manifestó que se produce por la interacción entre las acciones humanas y las causas naturales; el 12,1% supuso que se debe exclusivamente a las acciones humanas; y solamente el 3,4% que el cambio climático se debe exclusivamente a causas naturales.

Gráfico 2. Causas del cambio climático

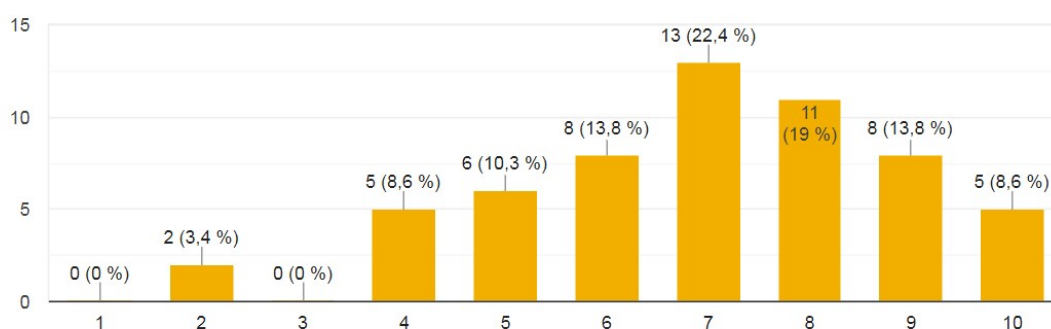


Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se les consultó sobre el grado de intensidad que el cambio climático afligirá a su generación, esta pregunta es muy interesante ya que por motivos evidentes se trata de personas relativamente jóvenes, que habitualmente se sitúan entre la horquilla de edad de los 18 a los 25 años; esto significa que una gran parte de los efectos que el IPCC predice durante el presente siglo, lo van a sobrellevar en primera persona. En este sentido el resultado de la pregunta es claro, el 68,9% imaginó que les afectaría mucho o bastante, respecto al 31,1% que estimó que les afectará poco. La siguiente pregunta trataba sobre la percepción de los efectos regionales del cambio climático, los resultados tampoco arrojaron muchas dudas al respecto, ya que en su gran mayoría los estudiantes son conscientes, que a pesar de ser un fenómeno global las manifestaciones serán diferentes según las regiones geográficas. Esto no se debe estrictamente a cuestiones de tipo geofísico, sino

también a las diferencias en la capacidad financiera que pueden tener las diversas regiones, a la hora de afrontar los retos que supone adaptarse al cambio climático. Concretamente el 79,3% de los alumnos encuestados, reflexionó que no afectará a todos los países por igual. En la pregunta 5 se les solicitó que indicasen su grado de acuerdo, en una escala de 1 a 10, con la siguiente afirmación, siendo 10 el valor que mostraba mayor grado de acuerdo con la misma: “existe consenso científico sobre el hecho que se está produciendo un cambio climático en la actualidad, cuyas causas son debidas principalmente a las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las actividades humanas”. Como se puede apreciar en el gráfico 3, la gran mayoría de los consultados indicaron que sí existe consenso científico. Aquí apreciamos algún tipo de desorientación conceptual, ya que durante el curso algunos alumnos han confundido de manera reiterada “consenso científico” con “unanimidad”; especialmente al tratar el tema del “negacionismo climático” que todavía surge entre grupos muy reducidos de científicos. Por ello, se les ha explicado convenientemente que el consenso científico es el juicio emitido en un momento puntual por una comunidad de científicos especializados en un campo concreto, y que un juicio colectivo en materia científica no implica unanimidad. Especialmente porque la ciencia no funciona basándose en la unanimidad, puesto que el disenso en las hipótesis y los resultados es uno de sus principios rectores.

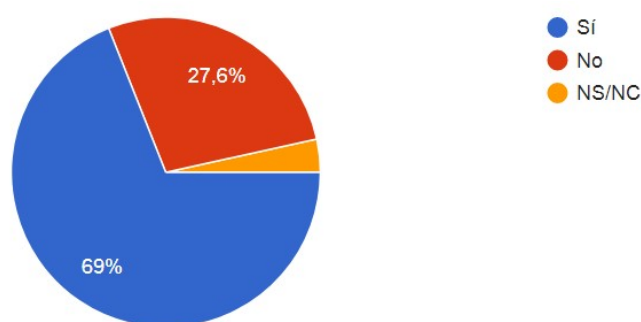
Gráfico 3. Estimación del nivel de consenso científico sobre el efecto de las emisiones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico en el cambio climático



Fuente: Elaboración propia.

Las cuestiones de carácter conceptual, quizás sean uno de los grandes retos de la educación sobre el cambio climático, nosotros lo apreciamos nítidamente en las respuestas a la pregunta 6. En ella pudimos acreditar que la gran mayoría de nuestros estudiantes, a pesar de estar muy familiarizados con el tema del cambio climático, no sabían diferenciar entre los conceptos de “adaptación” y “mitigación”, específicamente el 62,1% afirmaron no reconocer tal diferencia. A pesar de ello, se mostraron muy optimistas sobre si las sociedades humanas todavía pueden evitar las peores consecuencias del cambio climático, como muestra el resultado de la pregunta 7 (ver gráfico 4); concretamente el 69% respondieron que todavía se está a tiempo de actuar. Al mismo tiempo, y como manifestaron los resultados de la pregunta 8 sobre si creían que de manera individual ellos podían hacer algo para minimizar los efectos del cambio climático, el 63,8% de los encuestados respondió afirmativamente.

Gráfico 4. Porcentaje de estudiantes que consideran si las sociedades humanas todavía pueden evitar las peores consecuencias del cambio climático

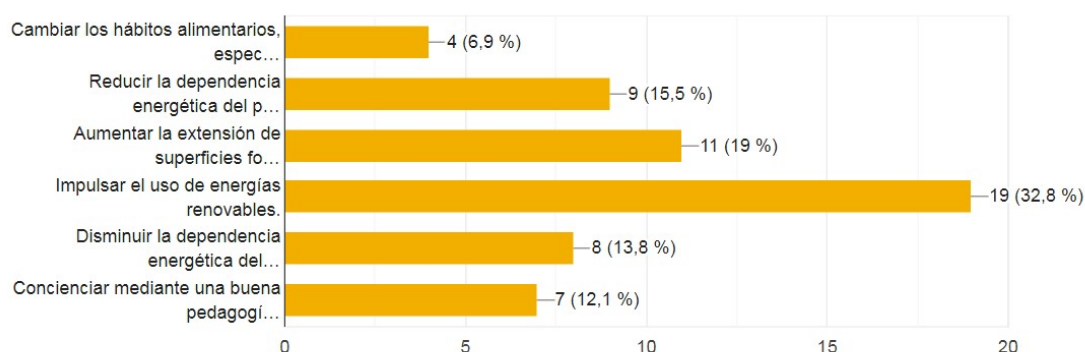


Fuente: Elaboración propia.

La pregunta 9, es quizás una de las más importantes para la segunda parte del proyecto, ya que se les ofreció una serie de opciones que pueden ayudar a reducir el cambio climático a nivel global, para que eligiesen la que pensarán que podía ser la mejor opción. Entre la seis posibilidades ofrecidas, la que tuvo mayor aceptación fue la que apuesta por impulsar el uso de energías renovables, con un 32,8%; seguida de la opción de aumentar la extensión de superficies forestales, para que puedan absorber mediante la fotosíntesis parte

de las emisiones de CO₂ generadas por los seres humanos, con un 19% del total. Mientras que por la parte baja, solamente el 6,9% se decantó por cambiar los hábitos alimentarios, especialmente por los efectos del ganado destinado a la producción de carne.

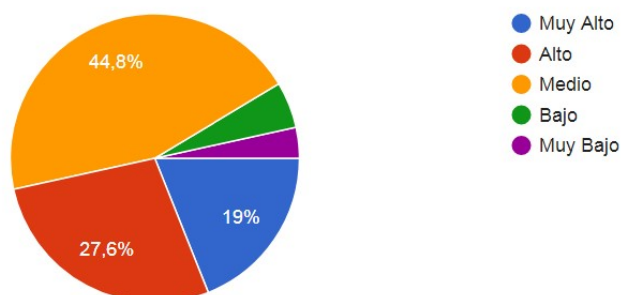
Gráfico 5. Valoración de la mejor opción para reducir el efecto del cambio climático a escala global



Fuente: Elaboración propia.

La última pregunta de la encuesta, trató sobre el grado de intranquilidad que los estudiantes muestran ante el cambio climático. Como se puede advertir en el gráfico 6, los que tienen una preocupación muy alta o alta supusieron el 46,6% de los encuestados; mientras que los que mostraron una preocupación muy baja o baja, solamente constituyeron el 8,6% del total.

Gráfico 6. Grado de preocupación respecto al cambio climático



Fuente: Elaboración propia.

Después de considerar el resultado de la encuesta, y comprender el nivel y calidad de los conocimientos de nuestros estudiantes sobre el tema, pudimos diseñar un ejercicio práctico que les permitiera resolver un problema como si fuesen expertos dentro de su área de conocimiento. En primer lugar, se seleccionaron a los grupos de alumnos del Grado de Turismo dentro de la asignatura de Patrimonio Territorial, Flujos y Recursos Turísticos Grupo E; y del Grado de Historia con la asignatura de Geografía Regional Grupo D. Una de las premisas iniciales era que los alumnos pudiesen medir su impacto a través de una calculadora de huella de carbono, para tener un dato a partir del que poder reflexionar sobre las maneras de reducir el volumen de emisiones de gases de efecto invernadero.

A los estudiantes de la asignatura de Geografía Regional, el ejercicio se planteó como complemento a una práctica donde tenían que analizar la evolución de los cambios en la planimetría de una ciudad, a partir de mapas antiguos. Posteriormente se les pidió que planease una hipotética visita a la ciudad seleccionada, para contrastar su estudio con un trabajo de campo. Mientras que a los alumnos de la asignatura de Patrimonio Territorial, Flujos y Recursos Turísticos, se les solicitó que diseñaran un itinerario turístico por una ciudad, y para ello primero tenían que imaginar un viaje a la misma, para desde su propia experiencia personal poder plantear mejor dicho itinerario.

En ambos casos, la visita proyectada poseería una duración de dos días completos, e incluiría desplazamientos y pernoctación; posteriormente tuvieron que medir su impacto a partir de una calculadora de huella de carbono, a tal efecto se les facilitó un enlace en el campus virtual de la asignatura. Una vez realizados los cálculos, se debatió en clase los diferentes resultados, así como las posibilidades para poder reducir los impactos. La generación de un debate posterior al cálculo individual de huella de carbono, se sustentó en la poderosa idea de que al tener que explicar algo a otra persona implica mejorar el propio aprendizaje, debido a que la actuación comunicativa y la potenciación del rendimiento del alumno en clase, se condicionan mutuamente, por lo que el aprendizaje en grupos suele aumentar la satisfacción y, con ello, la disposición

y capacidad de rendimiento. Por esto, la discusión brinda realimentación sobre cuáles argumentos son correctos, cuáles incorrectos y el porqué.

La manifestación más generaliza, fue el profundo asombro de los alumnos por la cantidad de impacto individual que genera algo tan cotidiano como un viaje de dos días, así como la inviabilidad ambiental de mantener estos niveles de emisiones en un contexto de cambio climático global. A continuación se muestran a modo de ejemplo, algunas afirmaciones individuales que se recogieron durante las dos sesiones de debate en el aula:

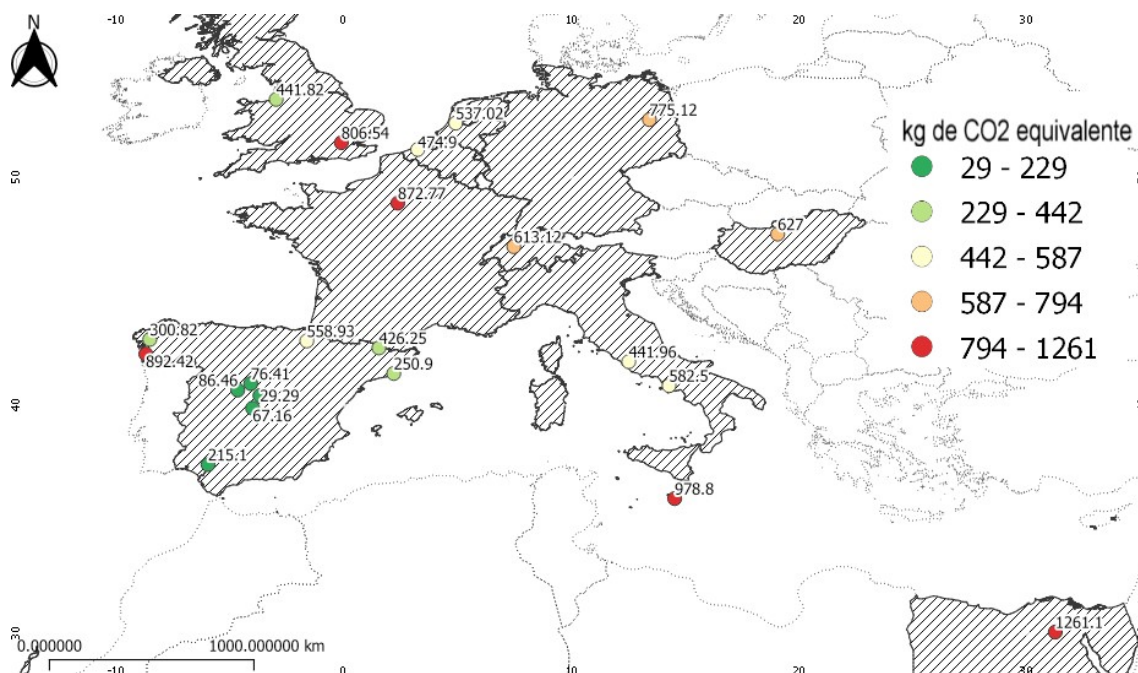
“Una de las principales preocupaciones, por no decir la primera, que han de tener en cuenta los gobiernos a la hora de pensar en el turismo, es la sostenibilidad de la actividad turística. Se deben de llevar a cabo políticas que premien a las empresas que reduzcan sus emisiones de CO₂, y por el contrario se sancione a las empresas que no lo hagan”.

“Fue realmente impactante el resultado del ejercicio hecho en clase, cuando tan solo un viaje a Ámsterdam (relativamente cerca), siendo una persona y estando 2 noches provocase una huella de carbono total de 567,28 kg de CO₂. Estamos muy poco concienciados con el peligro que suponen las prácticas insostenibles que llevamos en nuestro día a día”.

“Como estudiante de una asignatura de Geografía Regional, nunca había reflexionado sobre la manera que mis decisiones individuales pueden generar un impacto directo en el volumen de emisiones de gases de efecto invernadero, hasta que he podido hacer esta práctica en clase”.

Además, hemos querido plasmar los resultados producidos en la práctica, en un mapa de síntesis que recogiese las ciudades elegidas, así como el volumen de emisiones de carbono en forma de CO₂ equivalente. La razón para que muchos estudiantes hayan elegido una ciudad relativamente cercana, se debe a que el ejercicio suponía que tenían solamente dos días para realizar la visita, por ello ninguno imaginó desplazamientos que supusiesen más de cinco horas en avión. Igualmente, y como se puede apreciar en el mapa, aunque existe una relación evidente entre la distancia y el volumen de emisiones, también influye sustancialmente el tipo de transporte elegido, así como las características del alojamiento y los hábitos alimenticios durante la estancia.

Mapa 1. Localización de las ciudades elegidas por los alumnos y el impacto generado en kg de CO₂ equivalente



Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista metodológico para la elaboración del mapa de síntesis, cuando varios alumnos eligieron la misma ciudad se ha realizado la media de los resultados de huella de carbono.

5. Anexo bibliográfico del proyecto

- Bush, D., Sieber, R., Chandler, M. A., & Sohl, L. E. (2019). Teaching anthropogenic global climate change (AGCC) using climate models. *Journal of Geography in Higher Education*, 43(4), 527-543.
- CIS (2018). Estudio nº3231. BARÓMETRO DE NOVIEMBRE 2018. http://datos.cis.es/pdf/Es3231mar_A.pdf
- Doering, A., & Veletsianos, G. (2008). An investigation of the use of real-time, authentic geospatial data in the K–12 classroom. *Journal of Geography*, 106(6), 217-225.
- IPCC (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.
- Lee, T. M., Markowitz, E. M., Howe, P. D., Ko, C. Y., & Leiserowitz, A. A. (2015). Predictors of public climate change awareness and risk perception around the world. *Nature climate change*, 5(11), 1014-1020.
- McCright, A. M., O'shea, B. W., Sweeder, R. D., Urquhart, G. R., & Zeleke, A. (2013). Promoting interdisciplinarity through climate change education. *Nature Climate Change*, 3(8), 713-716.
- Nordhaus, W. D. (2013). *The climate casino: Risk, uncertainty, and economics for a warming world*. Yale University Press
- O'Neill, B. C., Jiang, L., Samir, K. C., Fuchs, R., Pachauri, S., Laidlaw, E. K., ... & Ren, X. (2020). The effect of education on determinants of climate change risks. *Nature Sustainability*, 1-9.
- Patterson, T. C. 2007. Google Earth as a (not just) geography education tool. *Journal of Geography*, 106(4), 145-152.

- Sotelo Navalpotro, J. A. (2006). Desarrollo y medio ambiente en España: el complejo mundo de las figuras e instrumentos de gestión del ambiente en el mundo rural. *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, (142), 323-374.
- Sotelo Navalpotro, J. A. (2006). Las políticas de Medio Ambiente, hoy. *Anales de geografía de la Universidad Complutense* (Vol. 25, pp. 27-50).
- Sotelo Navalpotro, J. A. (2007): *Medio Ambiente, Desarrollo y Sostenibilidad: Modelos y Políticas de actuación contradictorias: entre lo global y lo local*, Oxford University Press.
- Sotelo Navalpotro, J. A. (2008). Medio Ambiente y Desarrollo Local, algo más que dos estereotipos. *Observatorio Medioambiental*, 11, 77-105.
- Sotelo Navalpotro, J. A. (2012). Cambio climático, riesgos naturales y tecnológicos en el contexto de los modelos de desarrollo. *Observatorio Medioambiental*, 15, 61-100.
- Sotelo Navalpotro, J. A. S., Quiroga, F. G., & Pérez, M. S. (2012). Evaluation of tourism development in the National Parks of Spain. *International Journal of Business and Social Science*, 3(14).
- Sotelo Navalpotro, J. A., Olcina Cantos, J., Quiroga, F. G., & Pérez, M. S. (2012). Huella hídrica de España y su diversidad territorial. *Estudios Geográficos*, 73(272), 239-272.
- Sotelo Navalpotro, J. A., Pérez, M. S., & Quiroga, F. G. (2011). Análisis de "coste-beneficio" y "coste-eficiencia" de la Huella Hídrica en España". *Observatorio medioambiental*, 4, 225-254.
- Sotelo Navalpotro, J. A., Pérez, M. S., Pérez, I., Quiroga, F. G., & Tolón Becerra, A. (2015). La implantación de un curso Masivo, Abierto y en Línea (MOOC), sobre la Gestión del Desarrollo y del Medio Ambiente en Geografía.
- Sotelo Navalpotro, J. A., Pérez, M. S., Pérez, I., Quiroga, F. G. (2019). Pensamiento crítico, aula invertida y aprendizaje activo: herramientas docentes para la inclusión dentro de los estudios de geografía y medio ambiente de la UCM. Editorial Universidad Complutense de Madrid
- Sotelo Navalpotro, J. A., Quiroga, F. G., & Pérez, M. S. (2012). Evaluation of Tourism Development in the National Parks of Spain. *International Journal of Business and Social Science*, Vol.3 N° 14, 1-7.

- Sotelo Navalpotro, J. A., Quiroga, F. G., & Pérez, M. S. (2013). Water Supply and Water Footprint in the Urban Region of Madrid (Spain), *International Journal of Business and Social Science*, Vol.4 Nº 11, 23-29.
- Tolón-Becerra, A., Lastra-Bravo, X. B., & Sotelo Navalpotro, J. A. (2012). Territorial distribution of transport emission reduction targets from an environmental, economic and social viewpoint. *Environmental Science & Policy*, 16, 97-113.
- UN Environment (2019). Global Environment Outlook – GEO-6: Summary for Policymakers. Nairobi. DOI 10.1017/9781108639217.
- Walsh, E. M., & Tsurusaki, B. K. (2014). Social controversy belongs in the climate science classroom. *Nature Climate Change*, 4(4), 259-263.
- Wieman, C. (2017). Improving how universities teach science. Harvard University Press.

Encuesta

Nombre de la titulación que cursa en la UCM:

- ☐ GRADO EN TURISMO
☐ GRADO EN HISTORIA
☐ GRADO EN GEOGRAFÍA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO
☐ MÁSTER UNIVERSITARIO EN DINÁMICAS TERRITORIALES Y DESARROLLO

1) ¿Considera un hecho real que se esté produciendo un cambio climático a escala planetaria?

Sí	No	NS/NC

2) ¿Opina que el cambio climático es debido a...?

- ☐ Exclusivamente por las acciones humanas
☐ Exclusivamente por causas naturales
☐ Por la interacción de las acciones humanas y causas naturales
☐ NS/NC

3) ¿Cómo supone que el cambio climático afectará a su generación?

Mucho	Bastante	Poco	Nada

4) ¿Considera que el cambio climático perjudicará por igual a todos los países?

Sí	No	NS/NC

5) Indique su grado de acuerdo, en una escala de 1 a 10, con la siguiente afirmación, siendo 10 el valor que indica mayor grado de acuerdo con la misma:

"Existe consenso científico sobre el hecho que se está produciendo un cambio climático en la actualidad, cuyas causas son debidas principalmente a las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las actividades humanas".

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6) **¿Conoce la diferencia entre mitigación y adaptación al cambio climático?**

Sí	No	NS/NC

7) **¿Opina que las sociedades humanas todavía pueden evitar las peores consecuencias del cambio climático?**

Sí	No	NS/NC

8) **¿Cree que usted de manera individual puede hacer algo para minimizar los efectos del cambio climático?**

Sí	No	NS/NC

9) **¿Cuál de las siguientes afirmaciones le parece la mejor opción para reducir el efecto del cambio climático a escala global? (señale con una x)**

<input type="checkbox"/>	Cambiar los hábitos alimentarios, especialmente por los efectos del ganado destinado a la producción de carne.
<input type="checkbox"/>	Reducir la dependencia energética del petróleo en la producción de electricidad.
<input type="checkbox"/>	Aumentar la extensión de superficies forestales, para que puedan absorber mediante la fotosíntesis parte de las emisiones de CO ₂ generadas por los seres humanos.
<input type="checkbox"/>	Impulsar el uso de energías renovables.
<input type="checkbox"/>	Disminuir la dependencia energética del petróleo para el transporte, tanto de personas como mercancías.
<input type="checkbox"/>	Concienciar mediante una buena pedagogía sobre las causas y consecuencias del cambio climático.

10) **¿Qué grado de preocupación tiene respecto al cambio climático?**

Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo